DISEÑO Y PUESTA A PUNTO DE UN TROQUEL PARA FABRICADO POR ESTAMPACIÓN DE LA TAPA DEL CONJUNTO AMORTIGUADOR DE UN AUTOMÓVIL

Jaime Sánchez López-Davalillo, B. Eng. [(P1)], Jesús Angel Rubio Martinez, B.Eng.[(2)], Rikardo Minguez Gabiña, B. Eng., Ph. D., P. Eng. [(1)], Juán Gorriño Arriaga, B.Eng., Ph. D., P.Eng. [(1)].

(1): Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao.

(2): Jefe de Oficina Técnica, Arrieta y Cia., S.A., Polígono de Arriaga, Vitoria.
Tlfn: 945 25 60 00; www.tecnica@arrietaycia.com

SUMMARY

This article will describe the methodology followed in the design of a die set, not only from a theoretical, but also from a full practical point of view, developing the highest efficiency from the available tools, human resources, and also optimizing the use of C.A.D. packages such as “I-deas”.

This Project is a real case developed in Arrieta y Cia., S.A., a medium die shop, located in Vitoria (Alava, Spain).

RESUMEN

A la hora de realizar el diseño de los medios de fabricación de un nuevo producto para el sector de la automoción en una empresa mediana de estampación, se debe tener en cuenta no sólo satisfacer las exigencias del Cliente sino también aplicar una metodología que optimice el uso de los elementos de los que la empresa ya dispone, dando especial atención a la experiencia de la plantilla, creando un equipo de proyecto realmente operativo, así como optimizando el uso de la herramienta de C.A.D. “I-deas”.

En este artículo se expone un caso real de Proyecto de estas características llevado a cabo en una empresa del sector auxiliar de la automoción, Arrieta y Cia., S.A., radicada en Vitoria.

Finalmente, se extraen unas recomendaciones del desarrollo de este Proyecto real con el objetivo de obtener un valor añadido del mismo y poder así mantener una oferta competitiva en este difícil sector.

1. INTRODUCCIÓN:

El Proyecto consistirá en el diseño y puesta a punto de un troquel de un solo paso para fabricar una tapa de un conjunto amortiguador (Ver Figuras 1 y 2) para un nuevo modelo de automóvil, solicitada por un Cliente a Arrieta y Cia., S.A.

El troquel que se va a desarrollar para la fabricación de la pieza es un Troquel Progresivo Combinado. Bajo esta definición se clasifican los troqueles progresivos que por un lado tienen acción mixta, esto es, que se realizan varias transformaciones en el mismo troquel y por otro no tienen los útiles en línea sino combinados de modo que realizan una acción simultánea sin necesidad de repetición

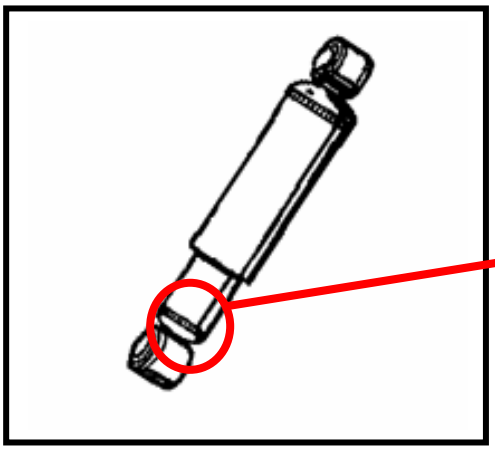

Figura 1. Cjto. Amortiguador

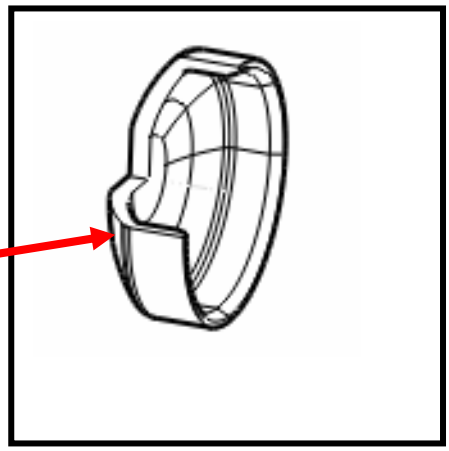

Figura 2. Tapa de estampación

La acción simultánea a realizar será el corte de un desarrollo para separarlo del fleje y su embutición hasta formar la pieza final.

El Proyecto y Definición de este tipo de troqueles no se puede realizar directamente por la complicación que entraña, por lo que será necesario realizar pruebas con troqueles simples e independientes a fin de encontrar las dimensiones y efectos necesarios en la definición del troquel combinado.

2. CREACIÓN DEL COMITÉ DE PLANIFICACIÓN AVANZADA DE CALIDAD.

El paso previo a todo proyecto realizado en Arrieta y Cia., S.A. es la constitución de un comité de Planificación Avanzada de Calidad (P.A.C.) en el que tendrán representación los departamentos de la empresa implicados en la fabricación y homologación de la pieza.

Este Comité realizará el seguimiento del Proyecto y tomará aquellas decisiones importantes que no puedan ser tomadas al momento por el Ingeniero de Proyecto.

Para ello se utilizará una relación horizontal y fluida entre sus miembros que serán informados de todo el desarrollo del proyecto por el Ingeniero de Proyecto mediante un diario de Proyecto comunicado por intranet.

Asimismo el Comité mantendrá el contacto con el Cliente de forma que todas las comunicaciones estén consensuadas y argumentadas a fin de dar una imagen sólida ante este.

El comité estará integrado por representantes de los Departamentos de Oficina Técnica, Calidad, Comercial y Fabricación, en número variable pero suficiente para estar representados todos. El Jefe de Proyecto y el Ingeniero de Proyecto pertenecerán a la Oficina Técnica. El Jefe de Proyecto contará con las atribuciones de arbitrio y autoridad sobre el comité.

Este Comité reportará a Gerencia.
El comité P.A.C realiza una planificación por fases del Proyecto:

- Recopilar toda la información necesaria y realizar el estudio del proceso de producción.
- Realizar la fase de Prototipo consistente en:
    - Diseño de Prototipo que realice el corte por un lado de desarrollos válidos.
    - Diseño de Prototipo que realice la embutición por otro lado de estos desarrollos para lograr la pieza.
    - Definición de dimensiones de los elementos mecánicos activos que realizan ambas operaciones simples.
    - Obtención de Prototipos de piezas y envío a Cliente.
- Realizar la fase Serie consistente en:
    - Diseño de Troquel Serie que realice en un solo paso el corte y la embutición.
    - Obtención de Primeras Muestras y envío a Cliente.
    - Definición detallada del proceso de producción.

3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Antes de la definición del proceso de fabricación que se utilizará para fabricar la tapa se realizará un análisis de los planos adjuntados por el Cliente a fin de tratar de resolver conjuntamente todos aquellos problemas que puedan surgir.

En estos planos se señalan las Cotas Significativas para las que el Cliente exige un estudio de capacidad de producción a largo plazo para homologar a la Empresa como fabricante de la pieza.

Tomando todas estas exigencias se define el proceso de producción. (Ver Figura 3).

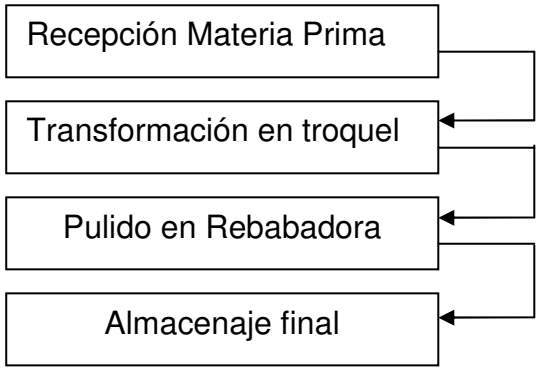

Figura 3. Proceso de Fabricación de la tapa.

Definido el Proceso de Fabricación se recopila todo el material técnico (Normas, Especificaciones, etc…) necesario para la realización del Proyecto completo a fin de no retrasar ninguna fase posterior.

Para la definición del material se vuelve a mantener una comunicación con el Cliente realizando una selección idónea entre las posibilidades planteadas por éste y se envía el pliego de material al Departamento de Compras para que no haya retrasos cuando sea necesario y realice su labor de búsqueda de suministrador ajustando los plazos de suministro a las necesidades del Proyecto.

Se realiza el Cálculo del desarrollo circular necesario así como el fleje del que se extraerá.

Para finalizar esta fase se eligen las prensas idóneas en las que se realizarán Prototipos y Primeras Muestras.

4. METODOLOGÍA DEL DISEÑO C.A.D.

El diseño de los prototipos de troquel, así como del troquel serie se realizará utilizando I-deas, un entorno C.A.D. con total interrelación 2D-3D. La fase de diseño es sin duda la más importante del Proyecto ya que si se sigue una metodología eficaz, ajustada a las necesidades reales de la Empresa Fabricante, se puede reducir el tiempo de desarrollo del Proyecto enormemente, así como aumentar la Calidad de los resultados finales de una forma sensible.

Se usará la siguiente metodología:

- Se modelizará en 3D la pieza a obtener basándose en el plano del Cliente.
- Se realizará por parte del Ingeniero de Proyecto un diseño previo en 3D de las transformaciones que realiza el troquel al desarrollo para producir la pieza.
- A partir de estas transformaciones se reunirán el Jefe de Proyecto, el Ingeniero de Proyecto y el Delineante Proyectista y se llevará a cabo un análisis de las

operaciones de estampación necesarias para realizar esas operaciones así como los componentes mecánicos necesarios para realizarlas.

- A partir de estos análisis, croquizarán planos de 2D de los elementos que compondrán el troquel realizando un esquemático lay-out del mismo.
  Estos elementos se dividirán en activos, pasivos y auxiliares.
- Se realizarán los modelos sólidos de los componentes del troquel. Una vez realizados todos se creará un conjunto ensamblando todos los componentes en su posición real.
- El Ingeniero de Proyecto realizará una simulación cinemática del funcionamiento del troquel con el objeto de chequear las posibles interferencias, fallos de posicionamiento de pasadores y tornillos, holguras incorrectas, etc… así como verificar que puede realizar las transformaciones previstas.
- Una vez realizados estos chequeos se exportarán componentes y conjunto a una biblioteca de almacenamiento para guardar como copia de seguridad.
- Se efectuará la migración a 2D por parte del Ingeniero de Proyecto.
- El Ingeniero de Proyecto y el Delineante Proyectista realizarán los planos detallados en 2D. El jefe de Proyecto verificará que los call-outs (llamadas) son correctos. Entre los tres determinarán las tolerancias que se utilicen en los ajustes y dimensiones generales.
- Se realizará una revisión general. En caso de encontrar error alguno se solventará en los modelos 3D, que al estar relacionados con los planos 2D, variarán estos automáticamente.
- Se elegirán los materiales para cada componente.
- Realizados los planos se lanzará el mecanizado a una subcontrata. Como documentación para este mecanizado se tendrán los planos 2D en papel y soporte informático así como los modelos en 3D en formato IGES.

Una vez definido el método se afronta el diseño del Prototipo de Troquel.

5. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE TROQUEL, PRUEBAS Y OBTENCIÓN DE PROTOTIPOS

El Prototipo de Troquel no es la forma final del Troquel Serie sino un troquel que deberá cumplir:

- Económico tanto en plazos como en coste.
- Resolutivo a la hora de comprobar la capacidad de fabricación de la pieza ofertada.
- Se aprovecharán elementos ya existentes y utilizados en anteriores proyectos.
- Concluyente en la definición de las dimensiones claves que se utilizarán para el troquel serie.
- No habrá elementos mecánicos, neumáticos o hidráulicos más allá de los de la prensa de pruebas. La introducción y recogida de la máquina del desarrollo y de la pieza se harán de forma manual.
- Se obtendrán las dimensiones de los elementos activos partiendo del plano de la pieza dado por cliente, con la consigna de conseguir que se “copien” en el desarrollo.

Una vez definido el Prototipo se subcontratará el mecanizado otorgando a la recepción de los componentes una atención crítica para detectar errores de mecanizado.

Recepcionados los componentes, se montan y se realizan las pruebas para la fabricación de los Prototipos de la Pieza llevando un diario de pruebas que refleje todos los ajustes realizados.

Se fabrican los Prototipos de la pieza llevando a cabo un control y estudio dimensional con máquina tridimensional. Los resultados satisfacen a la Empresa Fabricante y al Cliente por lo que se avanza al diseño del Troquel Serie.

6. DISEÑO TROQUEL SERIE, PRUEBAS Y OBTENCIÓN DE PRIMERAS MUESTRAS.

Para la realización del diseño se cubrirán los siguientes pasos:

- Se partirá del fleje calculado.
- Se preverán las sucesivas transformaciones que debe sufrir esta banda para producir la pieza final.
- Se diseñarán los elementos mecánicos (activos) que realizarán estas transformaciones.
- Se diseñarán los elementos mecánicos (pasivos) que acomodarán a los anteriores en la máquina.
- Se diseñarán los elementos mecánicos (auxiliares) que darán manejo y seguridad al troquel.
- Se comprobará su capacidad para realizar las transformaciones previstas.
- Se comprobará la capacidad para realizar las piezas de forma continua.

Una vez desarrollado el diseño (Ver Figura 4) se actúa de forma análoga a lo realizado con el Prototipo obteniendo las Primeras Muestras de la Pieza.

Se les realiza un estudio dimensional en profundidad a estas pre-series con todos los equipos disponibles en el Departamento de Calidad, otorgando mucha importancia a los resultados de la máquina tridimensional y se realiza un informe estadístico que las acompañará hasta el Cliente.

Una vez estas son recibidas en plazo y correctas, el Cliente homologa al Fabricante para realizar la pieza.

El Proyecto finaliza con la consecución de esta homologación.

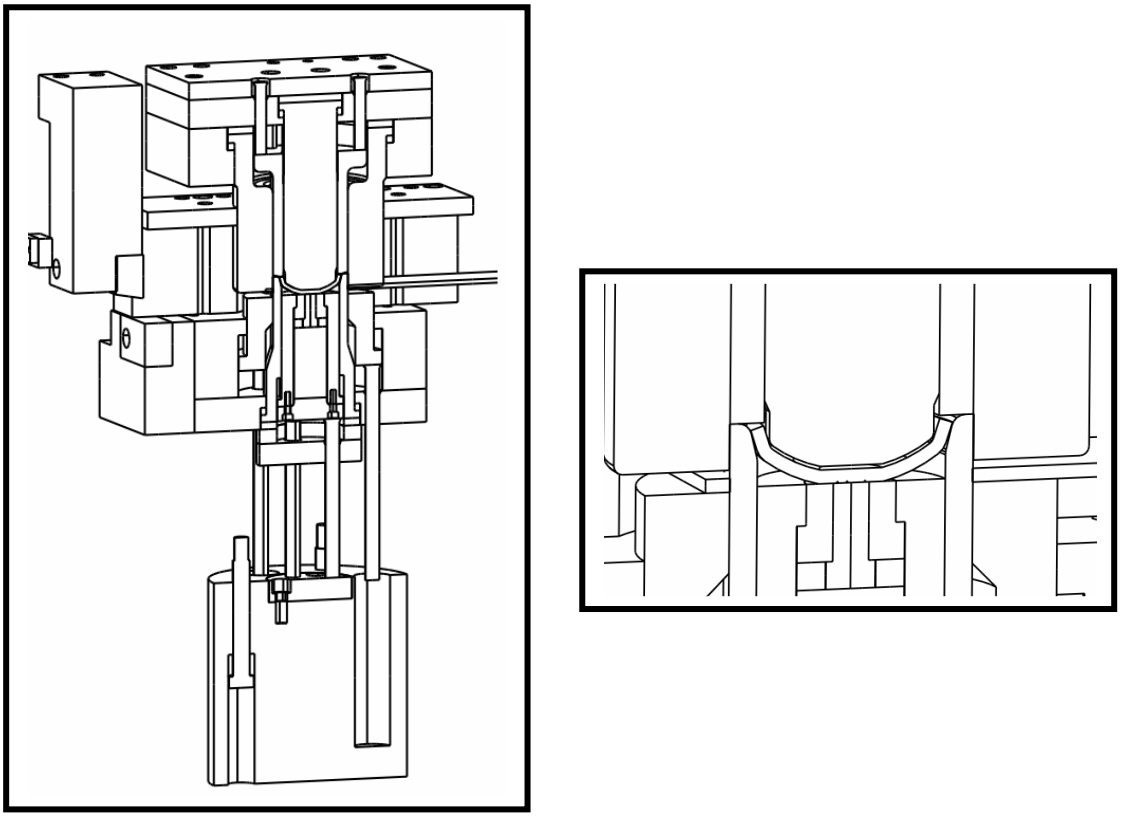

Figura 4. Diseño Final del Troquel Serie.

7. RECOMENDACIONES.

El Proyecto en sus objetivos ya se ha finalizado. Sin embargo, la recomendación principal es no darlo por completamente cerrado.

Lo más conveniente es abrir un proceso de mejora continua, reuniendo el Comité P.A.C. una vez que el troquel ya está en servicio y convocando a este a los operarios que manejan el útil en esta fase de producción.

El objeto de esta comunicación será realizar mejoras en el diseño que faciliten su uso, mantenimiento y limpieza, atendiendo también a los que más cerca están de este.

Estas mejoras se podrán realizar como complemento al mantenimiento predictivo o correctivo, es decir, cuando el troquel sea desmontado al llegar a un número significativo de piezas fabricadas o al ocurrir un fallo.

Con dichas mejoras se aumentará la eficacia del troquel y por tanto se obtendrán mejores resultados que los iniciales, aumentando márgenes de beneficio (no sólo económicos sino también de *know-how*) al aumentar la vida útil del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Paquin, J., R. E. Crowley. *Die Design Fundamentals.* Ed. Industrial Press Inc., Nueva York, 1.987.

Smith, D. *Die Design Handbook.* Ed. S.M.E., Dearborn (Michigan), 1.990.

Varios. *Acero para tratamiento térmico y especiales*. Editado por AENOR, Madrid, 2.003.

Varios. *Progressive Dies*. Ed. S.M.E/F.T.A., Dearborn (Michigan), 1.994.

Varios. *WinMeil, Tm. Manual de Usuario*. Metrología Industrial TRIMEK, S.A.; Polígono Industrial de Gojain, 2.000.

Verband der Automobilindustrie, E.V. (VDA). *Libro 6, Partes 1, 3 y 4*. D-60325 Frankfurt an Main, Westendstrasse 61, .1.999.

Wegst, C. *Stahlschüssel, 2.001*. Ed. Verlag Stahlschüssel Wegst Gmbh.; Bönnigheim.; 2.001.

Artículos

Brown, D. *Die-Design Pricing*. Metal Forming Magazine. Diciembre 2002. pp 54-56. Disponible en www.metalformingmagazine.com.

AGRADECIMIENTOS

A toda la plantilla de Arrieta y Cia., S.A.

CORRESPONDENCIA

Jaime Sánchez López-Davalillo, Ingeniero Superior Industrial

Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Alameda de Urquijo s/n

Bilbao 48013

España

Tlfno. 646 31 56 11

jaimesld@terra.es